**Réduction de la consommation d’air comprimé pour le nettoyage**

**EPI D’OR**

1. **Introduction :**

Cette fiche de projet traite les pertes énergétiques engendrées par l’utilisation de l’air comprimé dans des actions de nettoyage des machines dans l’usine des pates et des zones de production dans le bâtiment de la minoterie du groupe **EPI D’OR** avec la proposition des solutions d’économie.

1. **Usine des Pates**

**II-1. Centrale de production d’air comprimé :**

La centrale de production d’air comprimé est composée de 5 compresseurs dont 4 compresseurs seulement sont en fonctionnement :

**Compresseur N°1 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSD82

N° de Série : 1208

Pression max : 8 bar

Débit : 8,26 Nm3/min

Puissance moteur : 45 kW

Année de fabrication : 2008

**Compresseur N°2 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSDX140

N° de Série : 1031

Pression max : 8,5 bar

Débit : 13,74 Nm3/min

Puissance moteur : 75 kW

Année de fabrication : 2013

**Compresseur N°4 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSD82

N° de Série : 1218

Pression max : 8 bar

Débit : 8,26 Nm3/min

Puissance moteur : 45 kW

Année de fabrication : 2008

**Compresseur N°5 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSDX140

N° de Série : 1032

Pression max : 8,5 bar

Débit : 13,74 Nm3/min

Puissance moteur : 75 kW

Année de fabrication : 2013

**II-2. Consommations spécifiques des compresseurs**

**Compresseur N°1 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°1 durant 20 min. Le compresseur N°1 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 7,1 bar
* Pression de décharge : 7,5 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°1 est représentée sur le graphe ci-dessous.



A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge | 52 kW |
| Débit du compresseur | 8,26 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 165,2 Nm3 |
| Consommation | 17,153 kWh |
| Consommation spécifique | 104 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 4197732 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 435845 kWh |
| Coût énergétique | 67 992 DT |

**Compresseur N°2 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°2 durant 20 min. Le compresseur N°2 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 7,2 bar
* Pression de décharge : 7,7 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°2 est représentée sur le graphe ci-dessous.



A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge (kW) | 85 kW |
| Débit du compresseur | 13,74 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 274,8 Nm3 |
| Consommation | 27,773 kWh |
| Consommation spécifique | 101 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 6 982 668 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 705719 kWh |
| Coût énergétique | 110 092 DT |

**Compresseur N°4 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°4 durant 20 min. Le compresseur N°4 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 7,1 bar
* Pression de décharge : 7,5 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°4 est représentée sur le graphe ci-dessous.



A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge | 50 kW |
| Débit du compresseur | 8,26 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 165,2 Nm3 |
| Consommation | 16,251 kWh |
| Consommation spécifique | 98 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 4197732 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 412931 kWh |
| Coût énergétique | 64 417 DT |

**Compresseur N°5 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°5 durant 20 min. Le compresseur N°5 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 7,1 bar
* Pression de décharge : 7,6 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°5 est représentée sur le graphe ci-dessous.



A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge (kW) | 81,5 kW |
| Débit du compresseur | 13,74 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 274,8 Nm3 |
| Consommation | 26,538 kWh |
| Consommation spécifique | 97 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 6982668 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 674331 kWh |
| Coût énergétique | 105 196 DT |

Suite à cette action d’analyse des mesures prises, il est conclu que les compresseurs de l’usine des pates présentent les consommations spécifiques suivantes :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Compresseur** | **consommation spécifique Wh/Nm3** | **consommation spécifique recommandée Wh/Nm3** | **Niveau de rendement** |
| Compresseur 1 | **104** | 97 | **Très Faible** |
| Compresseur 2 | **101** | **Faible** |
| Compresseur 4 | 98 | Bon |
| Compresseur 5 | 97 | Bon |
| **Consommation spécifique Moyenne** | | **100 Wh/Nm3** | |

**II-3. Points de gaspillage d’air comprime –Usine des pates**

Les points de gaspillage d’air comprimé détectés sur les différentes machines de production des pates présentent les conditions d’utilisation suivantes :

* Nombres : 10 points
* Utilisation : nettoyage des machines
* Moyen de soufflage : flexible
* Diamètres de flexibles : 10 mm
* Pression de l’air : 7 bar (relative)
* Consommation unitaire : 135,167 N l/s (à 8 bar absolue)
* Fréquence d’utilisation : 2 fois/jour
* Durée d’utilisation **de gaspillage** : 1 min/utilisation.
* Coût d’un kWh électrique : 0,159 DT/kWh

**Calcul de la consommation :**

* Durée du fonctionnement total : 2 X 10 X 1min = 20 min/jour
* Quantité en air libre d’air comprimé : 135,167 X 1200 = **162, 200 Nm3/jour**

**Solution d’économie proposée :**

* Utilisation des soufflettes aux points de nettoyage. Ces soufflettes permettent d’éviter le gaspillage d’air comprimé.

**Gain enregistré :**

* Volume d’air annuel évité : 162,2 X 353 jours = **57 257** **Nm3/an.**
* Gain énergétique : 57257 X 100 = **5726 kWh/an**
* Economie monétaire : 5726 X 0,159 = **910 DT/an**.

**Investissement :**

* Coût de 10 soufflettes : 10 X 300 = 3 000 DT
* Coût de flexible ressort de 15 m : 10 X 17,500 = 175 DT
* Coût total : 3000 + 175 = **3 175 DT**
* Temps de retour  sans subvention : **3,5 ans**.
* Temps de retour  avec subvention : **2 années et 10 mois**.

1. **Minoterie**

**III-1. Centrale de production d’air comprimé :**

La centrale de production d’air comprimé est composée de 2 compresseurs :

**Compresseur N°1 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSD82

N° de Série : 1243

Pression max : 8 bar

Débit : 8,26 Nm3/min

Puissance moteur : 45 kW

Année de fabrication : 2010

**Compresseur N°2 :**

Marque : KAESER

Modèle : CSD82

N° de Série : 1088

Pression max : 8 bar

Débit : 8,26 Nm3/min

Puissance moteur : 45 kW

Année de fabrication : 2006

**III-2. Consommations spécifiques des compresseurs**

**Compresseur N°1 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°1 durant 20 min. Le compresseur N°1 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 6,3 bar
* Pression de décharge : 6,8 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°1 est représentée sur le graphe ci-dessous.

A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge | 51 kW |
| Débit du compresseur | 8,26 Nm3/min |
| Débit moyen du compresseur | 8,1 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 162,0 Nm3 |
| Consommation | 16,146 kWh |
| Consommation spécifique | 100 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 4117006 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 410272 kWh |
| Coût énergétique | 64 002 DT |

**Compresseur N°2 :**

L’analyseur du réseau électrique a été connecté au disjoncteur du compresseur N°2 durant 20 min. Le compresseur N°2 a été en mode de fonctionnement normal :

* Pression de charge : 6,3 bar
* Pression de décharge : 6,8 bar

L’évolution de la puissance active sur les trois phases du compresseur N°2 est représentée sur le graphe ci-dessous.



A partir des courbes ci-dessus, on remarque que :

|  |  |
| --- | --- |
| **Paramètre** | **Valeur** |
| Puissance électrique de charge | 50,2 kW |
| Débit du compresseur | 8,26 Nm3/min |
| Débit moyen du compresseur | 7,4 Nm3/min |
| Durée du fonctionnement | 00:20:00 |
| Volume produit | 148,0 Nm3 |
| Consommation | 15,414 kWh |
| Consommation spécifique | 104 Wh/ Nm3 |
| Durée du fonctionnement annuel | 8740 h |
| Volume annuel estimatif | 3759633 Nm3 |
| Consommation annuelle estimative | 391663 kWh |
| Coût énergétique | 61 099 DT |

Suite à cette action d’analyse des mesures prises, il est conclu que les deux compresseurs de la minoterie présentent les consommations spécifiques suivantes :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Compresseur** | **consommation spécifique Wh/Nm3** | **consommation spécifique recommandée Wh/Nm3** | **Niveau de rendement** |
| Compresseur 1 | **100** | 96 | **Très Faible** |
| Compresseur 2 | **104** | **Très Faible** |
| **Consommation spécifique Moyenne** | | **102 Wh/Nm3** | |

**III-3. Points de gaspillage d’air comprime –Minoterie**

Le gaspillage d’air comprimé dans la minoterie se manifeste par une utilisation de cette source d’énergie dans des actions de nettoyage dans les différentes zones du bâtiment. Le nettoyage est assuré par des flexibles de diamètre 10 mm.

**Etat actuel d’utilisation de l’air comprimé dans le nettoyage :**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Local** | **Durée d’utilisation** | **Quantité annuelle d’air comprimé Nm3** |
| Rez de chaussée | 120 min / semaine | 48660 |
| 1er étage | 45 min / semaine | 18248 |
| 2eme étage | 60 min / jour | 171770 |
| 3eme étage | 45 min / jour | 128828 |
| 4éme étage | 90 min / jour | 257655 |
| 5ème étage | 30 min / semaine | 12165 |
| Service nettoyage | 225 min / semaine | 91238 |
| Emballage | 450 min / semaine | 182475 |
| **Total** | | **911 039** |
| **Consommation énergétique annuelle engendrée (kWh)** | | **92 926** |
| **Coût annuel d’énergie engendrée (DT)** | | **14 775** |

**Solutions d’économie proposées :**

* **Solution N°1 :** Utilisation des (08) soufflettes aux points de nettoyage avec des (08) électrovannes temporisées afin de limiter la quantité d’air gaspillée et de contrôler la durée de nettoyage.
* **Solution N°2 :** Utilisation des (08) aspirateurs industrielspour assurer le nettoyage des différentes zones de la minoterie. Cette solution permet d’éliminer en totalité l’utilisation de l’air comprimé (source d’énergie très chère) dans des actions de nettoyage.

**Gain enregistré :**

**Solution N°1 :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Local** | **Quantité annuelle initiale d’air comprimé Nm3** | **Durée de nettoyage optimisée** | **Quantité annuelle projetée d’air comprimé Nm3** |
| Rez de chaussée | 48660 | 60 min / semaine | 24330 |
| 1er étage | 18248 | 25 min / semaine | 10138 |
| 2eme étage | 171770 | 30 min / jour | 85885 |
| 3eme étage | 128828 | 25 min / jour | 71571 |
| 4éme étage | 257655 | 45 min / jour | 128828 |
| 5ème étage | 12165 | 20 min / semaine | 8110 |
| Service nettoyage | 91238 | 150 min / semaine | 60825 |
| Emballage | 182475 | 225 min / semaine | 91238 |
| **Total** | **911 039** |  | **480 924** |
| **Gain en volume annuel** | | | **430 115** |
| **Consommation énergétique annuelle économisée (kWh)** | | | **43 872** |
| **Coût annuel d’énergie évitée (DT)** | | | **6 976** |

**Solution N°2 :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Local** | **Durée d’utilisation de l’aspirateur** | **Puissance estimative unitaire de l’aspirateur (kW)** | **Consommation énergétique annuelle (kWh)** |
| Rez de chaussée | 120 min / semaine | 4 | 400 |
| 1er étage | 45 min / semaine | 4 | 150 |
| 2eme étage | 60 min / jour | 4 | 1412 |
| 3eme étage | 45 min / jour | 4 | 1059 |
| 4éme étage | 90 min / jour | 4 | 2118 |
| 5ème étage | 30 min / semaine | 4 | 100 |
| Service nettoyage | 225 min / semaine | 4 | 750 |
| Emballage | 450 min / semaine | 4 | 1500 |
| **Total** | | | **7 489** |
| **Consommation énergétique annuelle économisée (kWh)** | | | **85 437** |
| **Coût annuel d’énergie évitée (DT)** | | | **13 584** |

**Investissement :**

**Solution N°1 :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Désignation** | **Coût unitaire (DT)** | **Quantité** | **Coût total (DT)** |
| Soufflettes d’air comprimé | 300 | 8 | 2400 |
| Flexible-ressort 30 mètres | 35 | 8 | 280 |
| Electrovanne temporisé | 180 | 8 | 1440 |
| **Total** | | | **4 120** |
| **Temps de retour de l’investissement sans subvention** | | | **7 mois** |
| **Temps de retour de l’investissement avec subvention** | | | **6 mois** |

**Solution N°2 :**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Désignation** | **Coût unitaire estimatif (DT)** | **Quantité** | **Coût total (DT)** |
| Aspirateur industriel agroalimentaire | 2 000 | 8 | 16 000 |
| **Total** | | | **16 000** |
| **Temps de retour de l’investissement sans subvention** | | | **1 année et 2 mois** |
| **Temps de retour de l’investissement avec subvention** | | | **11 mois** |